

EDEMS - COMPUTER SIMULATOR FOR LEARNING

Dominik Friml

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xfriml02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Petr Petyovský

E-mail: petyovsky@feec.vutbr.cz

Abstract: This article introduces new educational and demonstrative tool for microprocessor technology called EDEMS, which is designed to ease teaching of microprocessors at universities, high schools and at homes of enthusiasts. It describes reasons of its creation, problems that it solved, and main advantages of this solution.

Keywords: simulator, processor, instruction, microinstruction, microprocessor architecture

1 ÚVOD

Mikroprocesory jsou nedílnou součástí moderního života. Bohužel v tomto oboru není dostatek kvalitních výukových pomůcek. Ve své bakalářské práci se věnuji tomuto tématu a snažím se tento problém vyřešit tak, abych pomohl jak vyučujícím, tak studentům. Výsledkem mé práce je výukový simulátor mikroprocesoru.

2 EXISTUJÍCÍ POMŮCKY

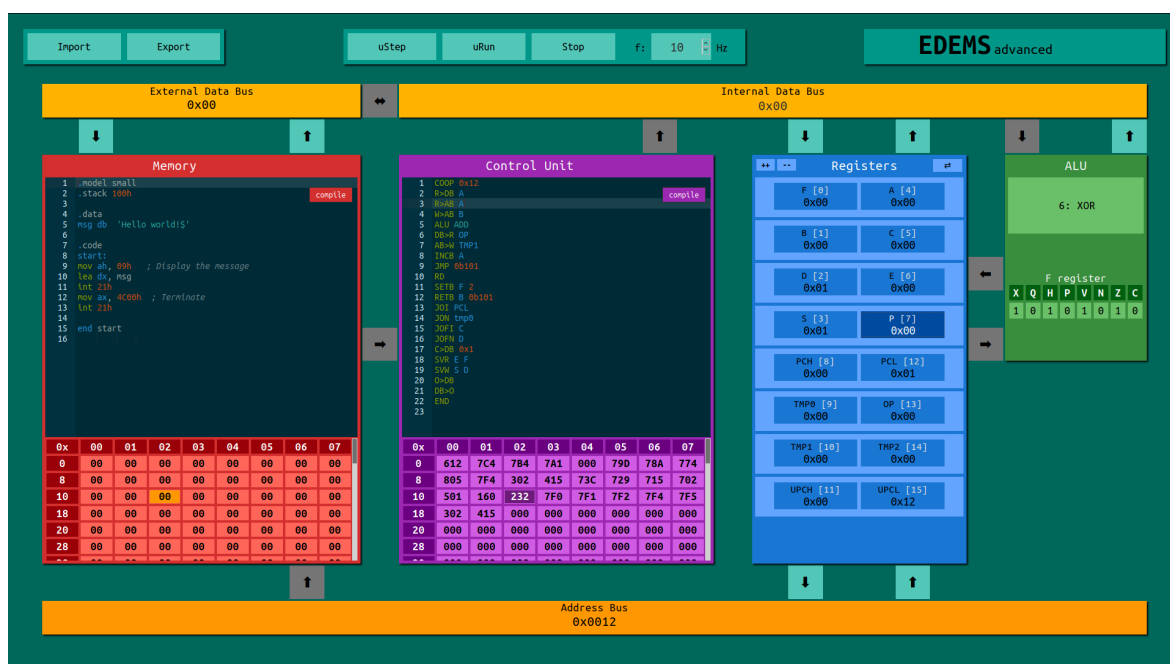
Před návrhem nové výukové pomůcky jsem se snažil se nejprve seznámit s již existujícím výukovými pomůckami a proto jsem provedl literární rešerši. Zjistil jsem, že žádné existující řešení není dostatečné.

Příkladem může být demonstrativní procesor zvaný Megaprocessor [3]. Megaprocessor je postavený z diskretních součástek viditelně orientovaných do logických hradel. Hlavními nevýhodami tohoto řešení je samozřejmě dostupnost. Zařízení je pouze jedno na světě a i kdyby bylo zrovna na místě, kde bychom jej potřebovali, je příliš komplexní a matoucí pro nováčka, který se snaží pochopit, jak funguje.

Dalším příkladem je simulátor mikroprocesoru Johnny [4]. Tento simulátor je na rozdíl od ostatních uvedených příkladů možné využít při výuce i v dnešní době. Bohužel je ale v některých věcech příliš zjednodušený. Má extrémně primitivní aritmeticko-logickou jednotku, žádný uživatelsky přístupný registr a operuje v desítkové soustavě. Protože jeho základní principy fungování se od běžných CPU v mnohém odlišují, soustu studentů tedy spíše zmate, než jim pomůže.

3 EDEMS

Mnou navržené řešení je nový simulátor zvaný EDEMS (Educational Demonstrative Microprocessor Simulator), který nejen že se snaží omezit všechny nedostatky uvedené v předchozí kapitole, ale také se z ostatních výukových pomůcek poučil.



Obrázek 1: Grafické rozhraní simulátoru EDEMS v pokročilém módu.

3.1 VÝHODY NOVÉHO ŘEŠENÍ

Častým problémem existujících řešení je přílišné, nebo naopak nedostatečné zjednodušení. Při návrhu architektury simulátoru jsem se rozhodl nejít ani cestou zjednodušování existujících procesorů, ani cestou simulování existujících komplexních mikrokontrolérů. Architektura je navržena jako velice jednoduchý, ale prakticky využitelný, byť neoptimalizovaný, mikroprocesor se všemi výhodami i nevýhodami, jaké současné osmibitové mikroprocesory obsahují.

Simulátor například nepracuje s hodnotami v desítkové soustavě, ale stejně jako reálný mikroprocesor ve dvojkové. Hodnoty jsou ale stejně jako při simulaci reálného mikroprocesoru reprezentovány v soustavě šestnáctkové. Toto je pro začátečníky matoucí, ale je to problém, který se musí naučit řešit a tak není žádoucí jej zjednodušovat.

Dalšími dvěma problémy, které EDEMS řeší, je dostupnost a přenositelnost na další platformy. EDEMS je webová aplikace napsaná v jazyce javascript a jakmile bude dokončena, bude zveřejněna pod opensource licencí. Bude tedy zcela zdarma dostupná každému s internetovým připojením a to nejen k používání, ale i k vylepšování a upravování k obrazu svému.

3.2 ARCHITEKTURA EDEMS

Na obrázku 1 můžeme vidět grafické rozhraní procesoru, které přímo odpovídá jeho vnitřní architektuře, architektuře Von Neumannova počítače.

Z obrázku jsou jasně viditelné funkční bloky, tedy generátor hodinových cyklů, vnitřní a vnější datová sběrnice, adresová sběrnice, aritmeticko-logická jednotka, registrová banka obsahující 16 registrů, plně programovatelný mikroprogramový řadič a editovatelná paměť.

Simulátor disponuje dvěma módy, základní mód a pokročilý mód. Pokročilý mód umožňuje operovat se simulátorem na úrovni mikroinstrukcí, každá mikroinstrukce má vlastní ovládací prvek v GUI a je tak možné s procesorem operovat manuálně, bez jakéhokoliv programování. Dále umožňuje progra-

mování procesoru, a to jak na programové, tak na mikroprogramové úrovni. Toto je jedna z hlavních výhod simulátoru.

Možnost programovat a zkoumat procesor na úrovni mikroinstrukcí napomáhá pochopení funkce dnešních mikroprocesorů. Dále vysvětluje tok dat uvnitř procesoru, funkce jednotlivých bloků procesoru a význam mikroinstrukcí samotných.

Přeprogramování mikrokódu dává možnost upravit instrukční sadu tak, aby simulátor demonstroval to, co vyučující potřebuje. Bude-li chtít vyučující využít EDEMS jako výukovou pomůcku k demonstraci funkce existujícího mikroprocesoru, stačí implementovat jeho instrukční sadu pomocí sady 26. mikroinstrukcí, které teoreticky umožňují naprogramování jakékoliv instrukční sady.

Pokud uživatel nebude chtít využít této možnosti, může se přepnout do zmíněného základního módu, který skryje mikrokód i možnost jej editovat, stejně jako některé registry, které uživatel nevyužije. Například mikroprogramový čítač. Tento mód se podobá programování reálného mikroprocesoru s možností simulovat běh programu, krokovat programem a pozorovat vnitřní stavy procesoru.

4 BUDOUCNOST

Projekt je zatím stále ve fázi vývoje a bude potřeba odvést ještě spoustu práce na jeho dokončení. Jakmile bude projekt hotov a zdokumentován, vytvořím vzorové úlohy a projekt zveřejním. Následně bych jej rád představil co největšímu počtu vyučujících a získal od nich zpětnou vazbu, kterou využiji k vylepšení projektu.

Tím ale práce na projektu EDEMS končit nemusí. Už teď si uvědomuji některé nedostatky simulátoru, jako je například absence paměťově mapovaných periférií, které bych rád časem implementoval jako volitelný modul simulátoru.

Následně si myslím, že by bylo velice zajímavé simulátor implementovat do reálného hardwaru jako softcore procesor na platformě FPGA. Možnost ovládat reálné periferie, jako LED dioda nebo reproduktor, určitě motivuje studenty více, než pouhý simulátor.

5 ZÁVĚR

V tomto článku jsme se zběžně seznámili s výsledkem mé bakalářské práce, tedy s výukovým, demonstračním simulátorem mikroprocesoru, jež byl navrhnut speciálně pro zjednodušení demonstrace funkce mikroprocesoru a zefektivnění výuky mikroprocesorové techniky na základních i středních školách, univerzitách i v domácnostech.

Nahlédli jsme na vnitřní architekturu procesoru, kterou jsem navrhl speciálně tak, aby nijak zvlášť neomezovala demonstrační účely (možnost implementovat jakoukoliv instrukční sadu) a zároveň byla srozumitelná i pro začátečníky (osmibitová architektura, pouze 26 mikroinstrukcí, menší počet registrů). Architektura je následně implementována do webové aplikace.

REFERENCE

- [1] VALÁŠEK, P. *Monolitické mikroprocesory a mikropočítače*. 1989th ed. 1989. ISBN 9788003000562.
- [2] NEWMAN, J. Home. *The Megaprocessor* [online]. 2016 [cited 2018-01-01]. Available from <http://www.megaprocessor.com/index.html>.
- [3] DAUSCHER, P. *Johnny 1.00* [online]. 2012th ed. GPL, 10.7.2012 [cited 01 Jan 2018].